



## PROCEDIMIENTO: Vigilancia de la Contaminación Radiactiva

### 1. Objetivo y ámbito de aplicación:

La vigilancia de la contaminación radiactiva, es uno de los objetivos prioritarios del Servicio de Protección Radiológica de la Universidad de Córdoba (SPR\_UCO). Con la finalidad de determinar la adecuación de los mecanismos de protección radiológica operacional y blindajes de los distintos trabajos realizados en las instalaciones radiactivas, así como también para los miembros del público general. La determinación de las contaminaciones de superficies y del personal se enmarcará dentro de los objetivos de este procedimiento.

Los laboratorios de investigación y almacén de residuos están autorizados para el uso y manipulación de isótopos radiactivos que en caso de accidente podrían dar lugar a contaminación radiactiva.

La contaminación radiactiva es la presencia indeseada de sustancias radiactivas en una materia, una superficie o un medio cualquiera o en una persona de forma interna o externa.

La vigilancia de la contaminación radiactiva es, por tanto, el conjunto de medidas que deben establecerse con objeto de comprobar experimentalmente, y con la periodicidad necesaria, que tanto las superficies del mobiliario de la Dependencia Radiactiva como los niveles de riesgo existentes están dentro de los límites correspondientes a cada zona. Dicha vigilancia debe ser diaria en las zonas con mayor riesgo de contaminación.

### 2. Alcance del procedimiento de la vigilancia de contaminación radiactiva:

En la manipulación de fuentes no encapsuladas, el accidente más probable es la contaminación superficial, debiendo determinarse el tipo de contaminación para determinar la mejor forma de descontaminación.

La vigilancia de áreas de trabajo puede dividirse en tres categorías:

- De rutina: Asociada a operaciones habituales o cotidianas.
  - Operacional: proporciona información sobre un procedimiento en particular.
  - Especial: Se aplica a una situación que se sospecha anormal.
- *Según el tipo de radiación:* Ante una contaminación con radioisótopos Alfa, Beta y Gamma
  - *Según sea fija o desprendible:* Si por la naturaleza de la superficie permanece inalterable
  - *Según el estado:* Líquido, gaseoso o sólido.

Con la finalidad de estimar si existen zonas que superen alguno de los límites establecidos según el tipo de radioisótopo la actuación de descontaminación más adecuada.

### 3. Responsabilidades

**Del titular:** Será el responsable de la toma de decisiones sobre los cambios estructurales o de procedimiento para los que ha sido asesorado por el Jefe del SPR.

**Del Jefe del SPR:** Será el responsable tanto de la toma de decisiones, cuando de la estimación de las medidas de vigilancia transmitidas por el Supervisor de la Instalación se observe que sea necesario realizar cambios estructurales o de procedimiento, como de la comunicación a un nivel superior.

ARCHIVO: P03 Vigilancia De La Contaminación Radiactiva_Rev3.Doc	Fecha de edición: febrero de 2013	Página 1 de 7
Nº de edición: 3	Autorizado por: Manuel Gálvez Delgado	Elaborado por: Patricia Raya Hidalgo



## PROCEDIMIENTO: Vigilancia de la Contaminación Radiactiva

**Del Supervisor de la Instalación/Dependencia Radiactiva:** Será responsable de la organización, valoración y estimación de las medidas de contaminación radiactiva. Así mismo, tendrá la responsabilidad de realizar un informe del resumen de la valoración al Jefe del Servicio de Protección Radiológica. Deberá proponer, si fuese posible, las medidas para evitar la ocurrencia de contaminaciones y para las mejoras de los procedimientos.

**Del Técnico Experto en Protección Radiológica:** De la realización de las medidas en las zonas seleccionadas, de la utilización adecuada del equipamiento de medida y de la notificación de cualquier incidencia habida durante el proceso de medida al Supervisor responsable de la Dependencia Radiactiva y al Jefe del Servicio de Protección Radiológica.

**Del Personal de la Dependencia:** De realizar el proceso con material radiactivo de la forma más sistemática, limpia y segura posible.

#### 4. Material o recursos:

Se realizará la vigilancia de la contaminación radiactiva con los equipos del tipo y sensibilidad adecuados a la naturaleza y calidad de la radiación emitida. El SPR dispone de equipos portátiles para medir la contaminación.

#### 5. Documentación:

- Se empleará el manual de operación de los equipos de medida de contaminación disponibles
- Las determinaciones de la vigilancia se realizarán según lo establecido por el RD 783/2001.
- Se cumplimentará modelo Vigilancia de la Contaminación Superficial (ANEXO P03 I).
- Se procederá a la descontaminación según procedimiento P-04A Descontaminación de Superficies.
- Se procederá a la descontaminación según procedimiento P-04B Descontaminación de Personas.

#### 6. Niveles de referencia:

Los niveles de referencia se clasifican en las "Basic Safety Standards" de la OIEA como nivel de intervención, nivel de investigación y nivel de registro. Estos niveles son de gran ayuda en la gestión del programa de vigilancia radiológica operacional ya que actúan como disparadores de acciones o decisiones específicas para cada tipo de situación.

Los niveles de referencia se expresan en tomo a tres magnitudes fundamentales para la vigilancia radiológica del ambiente de trabajo: tasa de dosis, contaminación ambiental y contaminación superficial. Estos niveles también se utilizan y son primordiales para el control de la dosimetría personal. Lógicamente en este procedimiento nos centraremos en los niveles de referencia para contaminación superficial.

##### 6.1 Nivel de registro:

Indica los valores de contaminación superficial a partir de los cuales se deben registrar las contaminaciones detectadas para cada tipo de zona radiológica. Este registro se realizará en el diario de operación y en el informe anual de la instalación radiactiva. Queda claro que en la práctica siempre se deberá proceder a la descontaminación del material o superficie a pesar de que el valor de contaminación sea inferior al nivel de registro.

##### 6.2 Nivel de investigación:

ARCHIVO: P03 Vigilancia De La Contaminación Radiactiva_Rev3.Doc	Fecha de edición: febrero de 2013	Página 2 de 7
Nº de edición: 3	Autorizado por: Manuel Gálvez Delgado	Elaborado por: Patricia Raya Hidalgo



## PROCEDIMIENTO: Vigilancia de la Contaminación Radiactiva

Indica los valores de contaminación superficial para cada tipo de zona radiológica a partir de los cuales se debe realizar una investigación para conocer las causas de una posible desviación en los niveles de seguridad de la instalación radiactiva. La investigación que se realice tendrá como objetivos fundamentales extraer lecciones para situaciones similares en el futuro y determinar cuales son las medidas de seguridad que es necesario implementar, con objeto de reducir el riesgo de que se repitan dichas situaciones.

### 6.3 Nivel de intervención:

Indica los valores de contaminación superficial para cada tipo de zona radiológica a partir de los cuales se puede obtener un valor de dosis equivalente evitable, dosis efectiva evitable o valores derivados, a partir del cual debe considerarse la adopción de medidas de intervención. El valor de dosis evitable o derivado es únicamente relacionado con la vía de exposición al que deberá aplicarse la medida de intervención. Estos niveles solo se alcanzan cuando ya es necesario proteger a los miembros del público. Normalmente estos niveles únicamente cursan para centrales nucleares e instalaciones radiactivas de primera categoría.

Al igual que con respecto a los límites derivados de la contaminación superficial, para estos niveles tampoco existen unos valores consensuados a nivel internacional. En la tabla que se indica a continuación se muestran los niveles de clasificación de zonas que aparecen en el "**Texto comentado del nuevo reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes**". Para los niveles de investigación se utilizan valores con un orden de magnitud superior que para los niveles de registro.

NIVELES DE CLASIFICACIÓN DE ZONAS					
ZONAS		TRÉBOL	ZONA DE RADIACIÓN	ZONA DE CONTAMINACIÓN	
			Tasa de Dosis ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Superficial ( $\text{Bq/cm}^2$ )	Ambiental (LDCA)
Zona de Libre Acceso			$D < 0,5$ (*)	No existe $C_S$	No existe $C_A$
Zona Vigilada		Gris Azulado	$D < 3$	$C_S < 0,4$ ( $\beta/\gamma$ ) $C_S < 0,04$ ( $\alpha$ )	No existe $C_A$
Zona Controlada	Permanencia Libre	Verde	$D < 25$	$C_S < 4$ ( $\beta/\gamma$ ) $C_S < 0,4$ ( $\alpha$ )	$C_A < 0,1$
	Permanencia Limitada	Amarillo	$D < 1000$	$C_S < 40$ ( $\beta/\gamma$ ) $C_S < 4$ ( $\alpha$ )	$C_A < 1$
	Permanencia Reglamentada	Naranja	$D < 10^5$ (100 mSv/h)	$C_S < 400$ ( $\beta/\gamma$ ) $C_S < 40$ ( $\alpha$ )	$C_A < 10$
	Acceso de Prohibido	Rojo	$D \geq 10^5$ (100 mSv/h)	$C_S \geq 400$ ( $\beta/\gamma$ ) $C_S \geq 40$ ( $\alpha$ )	$C_A \geq 10$

(\*) En casos excepcionales se pueden permitir zonas con tasas de dosis superiores a este valor siempre que sean inferiores a 2,5  $\mu\text{Sv/h}$ .

En el ámbito hospitalario también se define el **nivel de actuación** que, en caso de superarse, obliga a adoptar medidas de descontaminación. De hecho este nivel integra los niveles de registro e investigación indicados anteriormente.

ARCHIVO: P03 Vigilancia De La Contaminación Radiactiva_Rev3.Doc	Fecha de edición: febrero de 2013	Página 3 de 7
Nº de edición: 3	Autorizado por: Manuel Gálvez Delgado	Elaborado por: Patricia Raya Hidalgo



## PROCEDIMIENTO: Vigilancia de la Contaminación Radiactiva

### 7. Método:

Se empleará un equipo portátil. Tras su encendido se habrá de comprobar su exactitud y estabilidad. Se realizarán las medidas en los lugares señalados prestando mayor interés en los en las zonas de manipulación de los radioisótopos.

Se anotarán las medidas empleando el modelo ANEXO P03 I Vigilancia de la Contaminación Superficial.

En el caso de ser la contaminación difícilmente descontaminable requerirá de la ayuda del SPR para la restitución a la normalidad, mediante técnicas de descontaminación.

En caso de contaminación de algún trabajador, se procederá a la descontaminación según procedimiento P-04B Descontaminación de Personas.

#### 7.1 Estrategia de medición:

Con la finalidad de obtener los resultados más significativos de la vigilancia de la contaminación se realizará de las zonas de mayor a menor riesgo:

##### 7.1.1 *Medidas directas:*

El procedimiento general será el siguiente:

- El rastreo se suele realizar a una distancia de 1cm entre la superficie de la sonda y la superficie a examinar. Con objeto de que el proceso sea eficiente, el detector se pasará lentamente por la superficie y en zig-zag.
- Inicialmente es conveniente usar una sonda de contaminación tipo Geiger-Müller para la contaminación  $\beta^-$  o una sonda de centelleo sólido (ej. NaI) para contaminación  $\gamma$  dependiendo del tipo de radioisótopos de la zona. Si el material o superficie tuviera geometría angosta o de difícil acceso, se emplearían métodos indirectos.
- Si se detecta contaminación, debemos averiguar de qué isótopo se trata. Para ello se interrogará al personal usuario de la zona y en caso de duda se proceder a una medida indirecta a través de un frotis de la superficie contaminada y posteriormente se realizará un contaje en centelleo líquido a ventana abierta. Conforme al espectro obtenido, se podrá determinar cual es el radioisótopo contaminante.
- Si la geometría de la superficie contaminada lo permite, posteriormente se utilizará un contador proporcional con una sonda para la medida de la contaminación  $\beta/\gamma$ . Previamente, se ajustará el detector seleccionando el radioisótopo contaminante para que se corrija automáticamente la eficiencia de contaje. Si previamente se ha restado el fondo de detección en el aparato, podremos obtener medidas absolutas en Bq/cm<sup>2</sup>.
- Si la geometría de la superficie contaminada es muy angosta o de difícil acceso y no permite utilizar un contador proporcional, las cps obtenidas con el detector Geiger-Müller o con la sonda de centello sólido deberán ser transformadas en Bq/cm<sup>2</sup> a través de la eficiencia del equipo que siempre estará en la etiqueta verde adjunta al equipo (P10 Control, Verificación y Calibración de los Equipos de Protección Radiológica). En cualquier caso, si la superficie es muy angosta, siempre se podrá realizar un frotis y posterior contaje en centelleo.

##### 7.1.2 *Medidas indirectas*

El método de frotis se utiliza fundamentalmente para posibles contaminaciones por radioisótopos  $\beta^-$  de muy baja energía, como el H-3, y para determinar con mayor fiabilidad las contaminaciones debidas a otros radioisótopos  $\beta^-$  de media y baja energía, como el C-14 o el S-35. Igualmente, y como se ha

ARCHIVO: P03 Vigilancia De La Contaminación Radiactiva_Rev3.Doc	Fecha de edición: febrero de 2013	Página 4 de 7
Nº de edición: 3	Autorizado por: Manuel Gálvez Delgado	Elaborado por: Patricia Raya Hidalgo



## PROCEDIMIENTO: Vigilancia de la Contaminación Radiactiva

indicado en el apartado 6.4.1, también se utiliza cuando se albergan dudas sobre el radioisótopo contaminante o cuando la geometría del área contaminada no permite una detección eficaz mediante monitorización directa. Además, éste es el único método que permite determinar con la suficiente exactitud la fracción de contaminación fija y desprendible en una superficie contaminada. Por otra parte, el frotis es de gran ayuda para comprobar si existe contaminación superficial en contenedores, embalajes y en general cualquier material que albergue fuentes radiactivas  $\beta$  y  $\gamma$ .

El procedimiento general en la **recogida y preparación de muestras** será el siguiente:

- Para la toma de muestras se podrán utilizar torundas de algodón, trozos de papel poroso, o bastoncillos higiénicos impregnados en alcohol, mezcla de centelleo o solventes orgánicos.
- La superficie a muestrear será de aproximadamente 100 cm<sup>2</sup>, asignando una eficiencia de arrastre (contaminación desprendible) de un 10 %. Este porcentaje es bajo debido a que se ha de utilizar un criterio conservador ya que no se conoce la fracción de contaminación desprendible a priori. Esta es muy variable en función del tiempo transcurrido desde que se produjo la contaminación y de las características fisicoquímicas de la molécula radiactiva contaminante y de la superficie.
- El procedimiento para la correcta realización del frotis será el siguiente:
  - Si se van a utilizar bastoncillos higiénicos, cortarlos por la mitad.
  - Humedecer la torunda, el papel o el bastoncillo en el líquido que se vaya a utilizar para el arrastre del material contaminante.
  - Muestrear la superficie a examinar frotando sobre un área aproximada de 100 cm<sup>2</sup> tomada al azar en la zona donde se sospecha la contaminación. La elección de las superficies donde se toman las muestras es fundamental y exige un estudio previo.
  - Introducir la torunda o el bastoncillo en un vial de centelleo de 6 ml o similar.

A continuación se indica el procedimiento a seguir para el **contaje en centelleo** de las muestras obtenidas mediante frotis:

- Llenar cada vial con mezcla de centelleo, tapar y numerar las tapas de los viales de acuerdo con la zona muestreada y laboratorio inspeccionado.
- Preparar un tubo blanco con una torunda o bastoncillo sin utilizar y añadir igualmente mezcla de centelleo. Este tubo blanco servirá para corregir el fondo de contaje.
- Agitar todos los tubos y colocarlos en las gradillas del contador de centelleo líquido.
- Realizar el contaje utilizando un programa con la ventana de contaje totalmente abierta o bien un programa específico del radioisótopo a medir. Ello dependerá de si se conoce o no el radioisótopo causante de la contaminación.
- Si el radioisótopo contaminante es un emisor  $\gamma$  energético, se realizará el contaje de la muestra en un contador de centelleo sólido ya que el método de contaje mediante centelleo líquido tendría una eficiencia muy baja. En este caso, la muestra irá preparada sin líquido de centelleo.

Actualmente cualquier contador de centelleo está preparado para determinar automáticamente la eficiencia de contaje en unas determinadas condiciones, además de realizar cálculos adicionales que nos faciliten la obtención rápida de resultados. Por tanto, en el cálculo automático de los valores de contaminación superficial en unidades absolutas (Bq/cm<sup>2</sup>) se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- Fondo de contaje: Hoy en día el fondo de contaje es muy bajo en este tipo de aparatos, aún así es conveniente corregirlo, para ello se utiliza un vial blanco preparado en idénticas condiciones que los viales problema, de tal forma que el valor obtenido en el vial blanco se resta de los valores de actividad relativa obtenidos en los viales problema.

ARCHIVO: P03 Vigilancia De La Contaminación Radiactiva_Rev3.Doc	Fecha de edición: febrero de 2013	Página 5 de 7
Nº de edición: 3	Autorizado por: Manuel Gálvez Delgado	Elaborado por: Patricia Raya Hidalgo



## PROCEDIMIENTO: Vigilancia de la Contaminación Radiactiva

- Eficiencia de contaje: Normalmente los contadores de centelleo corrigen los resultados obtenidos teniendo en cuenta la eficiencia de contaje mediante el método del estándar externo, de esta forma la actividad relativa obtenida en cuentas por minuto (cpm) se transforma automáticamente en actividad absoluta expresada en desintegraciones por minuto (dpm).
- Cálculos complementarios: Se ha de recordar que se ha asignado en los frotis una eficiencia de arrastre (contaminación desprendible) de un 10% y que además hemos rastreado una zona de 100 cm<sup>2</sup> en cada frotis, además debemos transformar dpm en desintegraciones por segundo (dps) ó Bq. Por tanto, mediante el cálculo a mano o la introducción en el software del contador de la ecuación que se muestra a continuación, se puede obtener el valor de contaminación para cada vial en Bq/cm<sup>2</sup>.

$$\frac{A(\text{dpm}) \times 0,1}{50} = A(\text{Bq/cm}^2)$$

### 7.2 Número de determinaciones por laboratorio:

- Al menos uno por laboratorio, que permitirá conocer si es necesario aumentar el rastreo.
- Medidas en zonas de especial interés dentro del laboratorio.

### 7.3 Frecuencia de la medición:

- Medida de la contaminación cada semana.
- Medida de la contaminación con posterioridad a la realización de cada uno de los ensayos de experimentación que impliquen el uso de sustancias radiactivas.

#### En caso de contaminación:

- Se notificará inmediatamente al Supervisor y/o Jefe de Servicio de la Instalación radiactiva.
- Se procederá, inmediatamente, a realizar las medidas de descontaminación.
- En caso de contaminación persistente se solicitará la ayuda al Jefe del SPR.

### 7.4 Señalización de la zona contaminada:

Se señalizará mediante cinta, papel en la superficie “Precaución Zona contaminada” con objeto de alertar a otros miembros del Departamento que desconozcan la situación.

Si fuera necesario se clausurará la Dependencia Radiactiva hasta que, una vez realizada su descontaminación, se compruebe la ausencia de contaminación en la misma.

### 7.5 Sistema de evaluación.

La evaluación de zona contaminada se hará por comparación con la tabla adjunta que permitirá evaluar la superación de alguno de los límites derivados.

**LÍMITES DE CONTAMINACIÓN SUPERFICIAL.** De acuerdo con las Recomendaciones de la ICRP nº57

ARCHIVO: P03 Vigilancia De La Contaminación Radiactiva_Rev3.Doc	Fecha de edición: febrero de 2013	Página 6 de 7
Nº de edición: 3	Autorizado por: Manuel Gálvez Delgado	Elaborado por: Patricia Raya Hidalgo



## PROCEDIMIENTO: Vigilancia de la Contaminación Radiactiva

	$^{125}\text{I}, ^{32}\text{P}$	$^{51}\text{Cr}, ^{35}\text{S}$	$^3\text{H}, ^{14}\text{C}$
Superficies y equipos en Áreas Controladas	30Bq/cm <sup>2</sup>	300Bq/cm <sup>2</sup>	3000Bq/cm <sup>2</sup>
Superficies, cuerpo y ropa personal y ropa del hospital	3Bq/cm <sup>2</sup>	30Bq/cm <sup>2</sup>	300Bq/cm <sup>2</sup>
Áreas Vigiladas y públicas	3Bq/cm <sup>2</sup>	30Bq/cm <sup>2</sup>	300Bq/cm <sup>2</sup>

Una vez realizado esto será misión del Supervisor de la Instalación responsable la valoración y determinación de la vigilancia de la contaminación en cada uno de los puntos que han sido objeto de medida, comparándola si fuese preciso con las mediciones anteriores. Una vez realizada la valoración deberá emitir un informe al Jefe del SPR con los comentarios que hagan alusión a la los valores observados y la idoneidad de las medidas aplicadas a la descontaminación.

### 8. Anexos:

- ANEXO P03 I Vigilancia de la Contaminación Superficial.

### 9. Revisión:

Anualmente, y a la luz de la experiencia o de los resultados obtenidos, se revisará el procedimiento en función de su idoneidad para alcanzar el objetivo propuesto.

Cualquier modificación de la normativa que afecte al proceso debe dar lugar a una revisión del procedimiento.

ARCHIVO: P03 Vigilancia De La Contaminación Radiactiva_Rev3.Doc	Fecha de edición: febrero de 2013	Página 7 de 7
Nº de edición: 3	Autorizado por: Manuel Gálvez Delgado	Elaborado por: Patricia Raya Hidalgo